FACULDADE INTERNACIONAL SIGNORELLI - FISIG

Curso de Pós-graduação em Metodologia do Ensino de Química

CLÁUDIO HOMERO FERREIRA DA SILVA

O Cenário Energético e a Química

Belo Horizonte
2016

FACULDADE INTERNACIONAL SIGNORELLI - FISIG

O Cenário Energético e a Química

Monografia apresentada à Faculdade Internacional Signorelli como requisito parcial para a conclusão do curso de pós-graduação *Lato sensu* em Metodologia do Ensino de Química.

Por Cláudio Homero Ferreira da Silva
Orientador Acadêmico: Doutor César Carriço da Silva

Belo Horizonte
2016

FACULDADE INTERNACIONAL SIGNORELLI - FISIG

Cláudio Homero Ferreira da Silva

O CENÁRIO ENERGÉTICO E A QUÍMICA

Monografia apresentada à Faculdade Internacional Signorelli, como requisito do Curso de Pós-Graduação em Metodologia do Ensino de Química.

APROVADA em _______ de __________________ de __________.

Prof.______________________________

Prof.______________________________

____

Prof. Dr. César Carriço da Silva
Orientador

Belo Horizonte
2016

RESUMO

A química é uma disciplina essencial para o entendimento da sociedade atual e também para o planejamento de seu futuro. Com os conhecimentos advindos desta disciplina pode-se pensar nos possíveis caminhos para a energia, a exploração dos recursos naturais, e questões, como por exemplo, o aquecimento global. Esta última se constitui na direcionadora de esforços e de conhecimentos acadêmicos e tecnológicos. Sob a ótica da redução de emissões é feita uma reflexão acerca do futuro da energia em termos de: tecnologia, alternativas e eficiência energética. Dento deste contexto, o objetivo deste trabalho foi mapear a presença da química como elemento de desenvolvimento do cenário energético. A metodologia utilizou abordagem qualitativa e com técnicas de pesquisa exploratória e de pesquisa bibliográfica. Inicialmente foi apresentado um painel sobre o cenário energético contemplando a situação presente e as perspectivas para o futuro, aspectos da captura e sequestro de carbono e o papel da tecnologia. A seguir partindo da definição e evolução da química refletiu-se sobre os aspectos metodológicos do ensino da química no contexto energético, chegando a algumas sugestões de atividades no ensino de química que conduziriam no aprofundamento do conhecimento dos problemas e soluções para a sociedade.

PALAVRAS-CHAVE: ensino, química, energia.

ABSTRACT

Chemistry is an essential discipline for understanding current society and also for planning its future. With the knowledge coming from this discipline one can think of the possible paths for energy, the exploration of natural resources, and issues such as global warming. The latter is the driver of efforts and academic and technological knowledge. From the point of view of reducing emissions, a reflection is made about the future of energy in terms of: technology, alternatives and energy efficiency. In this context, the objective of this work was to map the presence of chemistry as an element of development of the energy scenario. The methodology used a qualitative approach and with exploratory research and bibliographic research techniques. Initially, a panel on the energy scenario was presented, looking at the current situation and future prospects, aspects of carbon capture and sequestration and the role of technology. Next, starting with the definition and evolution of chemistry, we reflected on the methodological aspects of the teaching of chemistry in the energetic context, arriving at some suggestions of activities in the teaching of chemistry that would lead in the deepening of the knowledge of the problems and solutions for the society.

KEY WORDS: teaching, chemistry, energy.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO 6
JUSTIFICATIVA 8
OBJETIVOS 10
Objetivo Geral 10
Objetivos Específicos 10
METODOLOGIA DE PESQUISA 11
ESTRUTURA DO TRABALHO 12
CENÁRIO ENERGÉTICO 13
Cenário Energético: Presente e Futuro 13
Captura e Sequestro de Carbono 18
Emissões de Gases de Efeito Estufa pelo Setor Energético 20
Sobre as Tecnologias Energéticas 22
SOBRE A CONTUIBUIÇÃO DA QUÍMICA PARA O CENÁRIO ENERGÉTICO 25
Sobre a Química 25
Aspectos Metodológicos no Ensino da Química no Contexto Energético 28
O Cenário Energético Sobre a Perspectiva da Química 30
CONSIDERAÇÕES FINAIS 38
REFERÊNCIAS 41

INTRODUÇÃO

O estudo e o entendimento da química são essenciais para a vida na sociedade atual e também para a construção do futuro. A química está presente em todas as atividades das pessoas, mesmo que elas não tenham essa percepção. Por isso, mais do que apenas aprendê-la, se faz necessário desenvolvê-la, aprofundando em seus conceitos. Isso é de fato um grande desafio, em um país cuja maioria dos estudantes de ensino médio não atingem proficiência nos estudos (FIRPO, 2016). E desenvolver nesse caso implica não só em aprender a química, mas também despertar o interesse dos alunos para a formação e a pesquisa nessa área. Se o Brasil pretende efetivamente alavancar o seu desenvolvimento e independência técnica e econômica, isso necessariamente implica em promover a ciência e a formação de cientistas nesse campo (FILHO, 2005).

Para a formação em química, além da capacidade de entendimento é necessária também a habilidade em matemática e a interpretação da natureza, compreensão tecnológica e espírito investigativo (MAIA, 2016). Isso faz com que um problema de química possa ser tão complexo quanto um estudo de caso multidisciplinar. Evidentemente que essa complexidade acaba sendo um fator que afasta e limita o interesse de muitos alunos pela disciplina.

O desenvolvimento dos conceitos sobre energia está intimamente ligado a história da química. Passando por James Watt, Alessander Volta, Àmpere, Maxwell, Kelvin, e tantos outros, construíram as bases e conceitos sobre os quais se assentam o conhecimento que hoje é ensinado nas escolas (CEMIG, 2012). A componente histórica e seus detalhes certamente podem se constituir em ferramentas para o estimulo a curiosidade e a descoberta pelo gosto da química.

Os grandes problemas da sociedade atual estão associados a energia: esgotamento dos recursos naturais, principalmente considerando-se a crescente utilização devido ao aumento populacional e também a emissão de gases de efeito estufa em decorrência do uso de combustíveis fósseis (SEPED, 2013).

A energia é utilizada para o bem da sociedade, seja no aumento da produção em suas diversas dimensões, seja para proporcionar acesso a bens e serviços. Consumir energia implica em melhorias de natureza econômica e social. Uma grande questão está na assimetria como o consumo de energia se deu ao longo do tempo, tendo alguns países (desenvolvidos) explorado intensamente os recursos energéticos para suportar o seu desenvolvimento, enquanto apenas agora grande parte dos outros países do mundo ampliam o seu consumo. O problema nesse caso é que a pegada ecológica indica que a humanidade já está consumido mais recursos do que a Terra é capaz de renovar e fornecer (MAGELA, 2013), indicando que há um horizonte de esgotamento se aproximando. Além disso, a questão energética se constitui em fontes de conflitos e disputas.

Já sob o aspecto das emissões dos gases de efeito estufa, nota-se uma urgência de ações para modificar as previsões, uma vez que são indicados cenários onde a elevação de temperaturas na terra poderia se configurar como uma catástrofe para os sistemas naturais, com significativos impactos para a população mundial (FEAM, 2014). Alguns eventos climáticos extremos já são atribuídos como consequências do aquecimento global, trazendo essa questão para mais próximo das pessoas no tempo e no espaço. Nessa situação se faz necessária uma discussão com algum embasamento técnico e científico, pois caso contrário, corre-se o risco de defender opções não contribuirão efetivamente para o encaminhamento da questão energética.

Uma teoria bastante interessante nesse sentido é a Identidade de Kaya (IPF, 2016). Ela indica que as emissões de gases de efeito estufa dependem diretamente da população, dos padrões de consumo, das emissões nas fontes de energia, da eficiência dos processos e da tecnologia. Como desdobramento, algumas possibilidades de solução se apresentam: a redução da população (possui forte dependência de atuação governamental e individual), redução dos padrões de consumo (depende de mudanças culturais), a diversificação das fontes de energia privilegiando o uso de opções sustentáveis e renováveis, a busca pela eficiência energética e de processos, o desenvolvimento de tecnologia e inovação (como tecnológicas de captura e sequestro de carbono).

Das opções realistas de atuação, as três últimas possuem uma relação muito próxima da química.

JUSTIFICATIVA

A relação entre energia, meio ambiente e sociedade são bastante complexas e sensíveis e tem sido amplamente debatidas. Mas o fato é de que ainda existe muito espaço para a discussão, uma vez que as soluções para problemas e conflitos nessas relações acabam por se constituir em opções locais, que possuem impactos além do seu ambiente, alcançando até consequências globais. Sendo assim, essa pesquisa busca atuar na discussão em torno da relação entre a química e as questões da energia, no sentido de motivar os alunos com problemas reais e emergentes para as oportunidades que a química pode oferecer, não somente do ponto de vista educacional, mas também do ponto de vista profissional.

Das opções viáveis para encaminhamento da questão energética, todas elas possuem íntima relação com a química:

- Tecnologia: as técnicas de captura e sequestro de carbono são formas de reações físico-químicas específicas que evitam que os gases de efeito estufa permaneçam na atmosfera e provoque o aquecimento global;
- As fontes renováveis de energia e alternativas energéticas: são fontes cujo ciclo de utilização possui menores valores de gases de efeito estufa. Ou seja, os combustíveis fósseis, constituídos essencialmente de hidrocarbonetos quando são queimados geram o dióxido de carbono e que sendo liberado para a atmosfera contribuirão para o aquecimento. Essa fonte emite significativamente mais do que a fonte hídrica que usa elementos de gases de efeito estufa apenas no ferro, aço e combustível para sua construção. Além disso, as alternativas energéticas, que são o desenvolvimento de novas formas de geração, transmissão, distribuição e uso de energia dependem fortemente do desenvolvimento de tecnologias. Tal desenvolvimento esbarra na questão dos materiais constitutivos, ou seja, na própria química;
- Eficiência energética e de processos: este conceito é um conceito da termodinâmica, é um conceito da química, ligado inclusive a origem da própria disciplina que é ensinada hoje.

Considerando os argumentos apresentados, torna-se explícita a questão desta pesquisa:

> Qual é a contribuição que a Química pode oferecer para os problemas da Energia?

Desta forma, espera-se que este trabalho apresente um painel de contribuições que a química pode fazer em termos dos desafios para o setor energético e para o bem da sociedade. Do ponto de vista do autor, que trabalha especificamente com o tema da energia, representará uma oportunidade de aprofundar em conceitos e ideias que contribuirão para a sua atividade profissional.

É preciso ressaltar também a importância desta pesquisa para a sociedade em um tema atual, complexo e carente de solução que é associado também a construção do futuro da energia.

OBJETIVOS

Objetivo Geral

O objetivo principal deste trabalho é:

- Mapear a presença da química como elemento de desenvolvimento das questões associadas ao cenário energético, buscando apresentar um painel que explicite a sua importância e as oportunidades do desenvolvimento de competências e habilidades em química.

Objetivos Específicos

A seguir são listados os objetivos específicos deste trabalho e suas etapas:

Primeira etapa: entendendo a relação da química no cenário energético.

- Levantar o cenário energético: verificando o passado, entendendo o presente e pensando o futuro;
- Conhecer as opções de técnicas de captura e sequestro de carbono, sob a ótica das teorias da química;
- Entender a análise de ciclo de vida e emissões no setor energético, de forma a se verificar o incentivo para as fontes limpas de energia;
- Explorar o universo da tecnologia e inovação, identificando os gargalos e problemas onde a química se constitui em opções de solução;

Na segunda etapa, serão abordados:

- Os aspectos metodológicos, didáticos e sugestões de atividades direcionadas para as teorias químicas levantadas na etapa anterior;
- Levantar alternativas e estratégias para motivar o aluno para o aprendizado da química.

METODOLOGIA DE PESQUISA

Conhecer é construir significados (FGF, 2010). Nesse sentido a pesquisa se constitui essencialmente em três partes: a base científica – as referência, a contribuição do pesquisador e a redação própria que permita o entendimento e a discussão acerca dos resultados apresentados de forma padronizada. É o método que assegura um processo científico. Sem este cuidado metodológico a pesquisa cai no senso comum.

A metodologia da pesquisa deve ser entendida como o conjunto detalhado e sequencial de métodos e técnicas científicas que serão executados durante a pesquisa, de modo a se atingir os objetivos inicialmente propostos e, ao mesmo tempo, atender aos critérios de menor custo, maior rapidez, maior eficácia e mais confiabilidade de informação (BARRETO; HONORATO, 1998).

A abordagem deste trabalho será qualitativa, uma vez que esta apresenta uma liberdade teórico- metodológica para a realização do estudo. A pesquisa será aplicada, sendo realizada em questões imediatas e também com finalidade de encontrar soluções para problemas concretos.

Serão utilizadas as seguintes técnicas de pesquisa exploratória: de forma a se oferecer uma visão panorâmica do tema. O procedimento e as fontes serão baseados em pesquisa bibliográfica. Já o método será qualitativo, de forma a privilegiar as informações disponíveis.

ESTRUTURA DO TRABALHO

O trabalho será composto de dois capítulos:

- Um capítulo levantará de forma mais específica as questões da química presentes nas questões indicadas na seção de Justificativas. Serão apresentadas as técnicas de captura e sequestro de carbono, o conceito de eficiência do ponto de vista da termodinâmica e também a química sob o ponto de vista das alternativas energéticas (gargalos de pesquisa e desenvolvimento tecnológico);
- Outro que proporá atividades e metodologia do ensino de química que estimulem o estudo da disciplina e favoreçam a construção de uma consciência ambiental e também de formação de um cidadão inserido na construção da sociedade do futuro, aproveitando também para compor um painel com as percepções oferecidas pelas disciplinas do curso.

CENÁRIO ENERGÉTICO

Este capítulo apresenta o cenário energético presente e futuro (seção 1.1), sobre captura e sequestro de carbono (seção 1.2), emissão de gases no setor energético (seção 1.3) e sobre tecnologias energéticas (seção 1.4).

Cenário Energético: Presente e Futuro

O homem, ao longo de sua história, aprendeu a dominar as forças da natureza, utilizando-a a seu favor. Assim ocorreu como o fogo (biomassa), com os ventos, com o sol, com os oceanos. Uma modificação radical nessa relação, ocorreu como consequência da Revolução Industrial e os desenvolvimentos decorrentes desta. A máquina a vapor, utilizando carvão, se constituiu na mola propulsora para desenvolvimentos científicos e industriais. Apesar de que muitos conceito da química referem-se a Grécia Antiga, foi após essa revolução que houve o desenvolvimento teórico de muitas das teorias que constituem a disciplina química conhecida hoje.

Desde a Revolução Industrial presenciou-se uma multiplicação populacional, com consequente incremento no uso da energia. Já no século XX, com a descoberta do petróleo, juntamente com a invenção dos motores de combustão interna. O petróleo, mais limpo e simples de utilizar que o carvão, acabou deslocando esse mercado e se tornando o energético mais importante no mundo. Chegam-se então nos anos de 1970, nos quais ocorreram duas grandes crises do petróleo e que levaram o mundo a uma reflexão sobre a questão energética. Desta reflexão surgiram as seguintes constatações: necessidade de diversificação da fonte energética, privilegiando o uso de energia renovável e de sistemas mais eficientes e o surgimento de uma consciência ambiental. Para se planejar o sistema energético futuro é necessário conhecer o sistema atual, entendendo um pouco de sua história.

A Figura 1 mostra o consumo de energia primária no mundo, por fonte e por região. A energia primária é a energia na forma que se encontra disponível na natureza. É possível observar que a matriz energética mundial se sustenta predominantemente pelas fontes: petróleo, carvão e gás natural e de que as formas renováveis de energia encontram-se na faixa de 10% do total. Outro ponto que

ressalta é o crescimento vigoroso, de 9.000 para 14.000 Mtep, o que representa um crescimento de 55% em 15 anos. Quando se observa por região nota-se que o Oriente Médio tem quase a totalidade de sua energia advinda de fontes fósseis. A região com uso mais intenso de energia renovável é a Américas do Sul e Central.

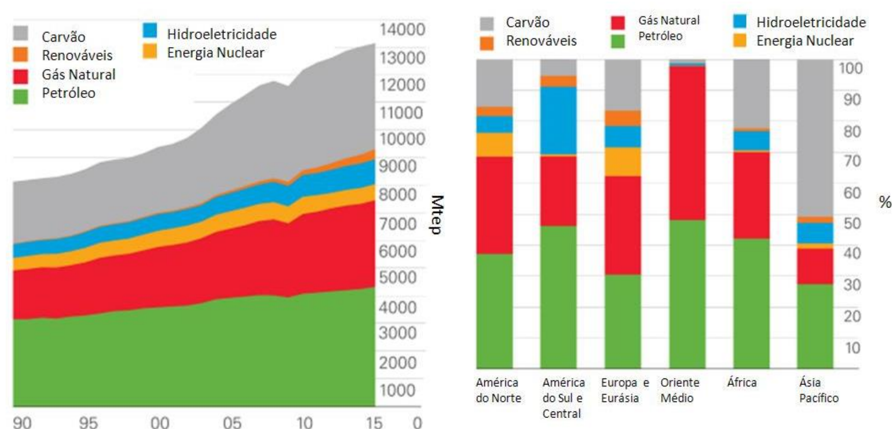


Figura 1 – Consumo de energia primária no mundo (Adaptado de bp global, 2016).

No Brasil, diferentemente do mundo, a fração renovável predomina na matriz, principalmente devido ao uso de biomassa de cana de açúcar (cuja origem do uso foi decorrente das crises do petróleo da década de 1970), biomassa de lenha (principalmente para produção de carvão vegetal e produção de aço), resíduos de processos industriais (lixívia) e energia hidráulica (origem da maior parte de eletricidade produzida no país), como mostra a Figura 2. Na Figura 3 verifica-se que os setores onde ocorrem os maiores consumos são: o industrial e o setor de transportes.



Figura 2 – Matriz energética brasileira (EPE, 2016).

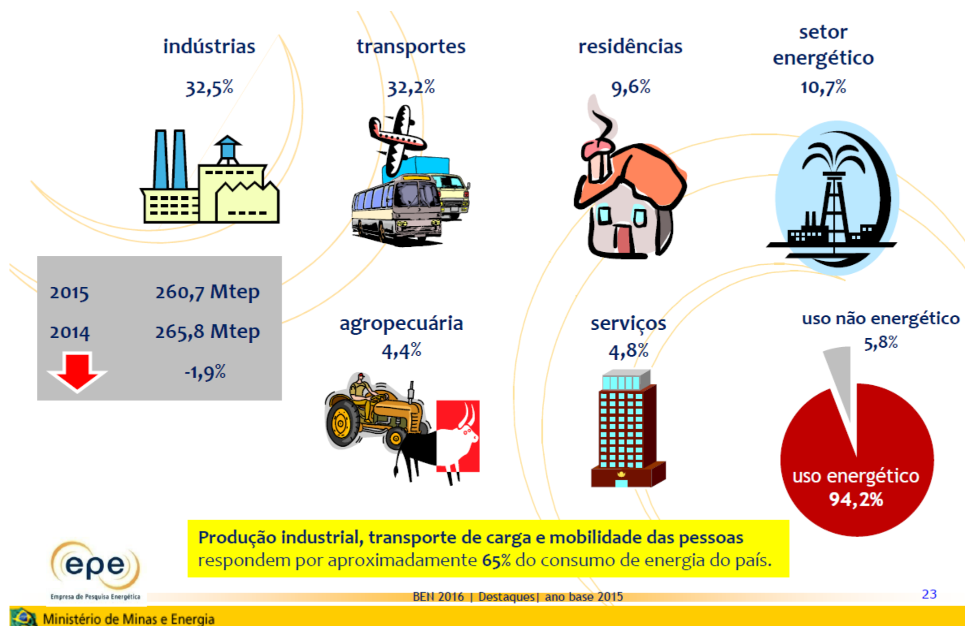


Figura 3 – Consumo energético no Brasil (EPE, 2016).

O planejamento futuro do setor energético brasileiro é feito pela Empresa de Pesquisa Energética. Em 2007 foi editado um estudo de planejamento de longo prazo, chamado de Plano Nacional de Energia - PNE2030. Esse estudo buscava uma visão até o ano de 2030. No momento encontra-se em elaboração um novo estudo de longo prazo, PNE2050. Existe uma expectativa quanto aos resultados deste estudo, principalmente quanto ao posicionamento em relação a implantação de usinas nucleares no Brasil. Outros estudos de planejamento, de caráter mais prático são realizados anualmente. Trata-se do Plano Decenal de Expansão de Energia - PDE. No momento, o documento vigente é o PDE2024. Esse estudo subsidia a execução dos leilões de geração de energia e de linhas de transmissão. Nesse caso, considerando que os leilões são feitos com uma antecedência entre 1 e 5 anos, pode-se considerar que para o período de 5 anos se trata de um cenário definido. Já entre 5 e 10 anos existe uma incerteza maior, mas também oportunidades de correção de curso. A Figura 4 ilustra o planejamento para o setor elétrico para os próximos 10 anos.

É possível verificar que no Brasil, a maior fração da energia elétrica advém da fonte hídrica. A energia nuclear possui um acréscimo devido a previsão da entrada da Usina de Angra III em 2018. O acréscimo em energia térmica se dá por térmicas a gás natural. A fração de energia renovável, composta por biomassa, eólica e solar fotovoltaica tem o maior crescimento. Em se tratando de energia solar fotovoltaica,

essa se constitui na principal fonte a ser aplicada no contexto da geração distribuída e microgeração local, regulada pela REN 687/2015 (ANEEL, 2015).

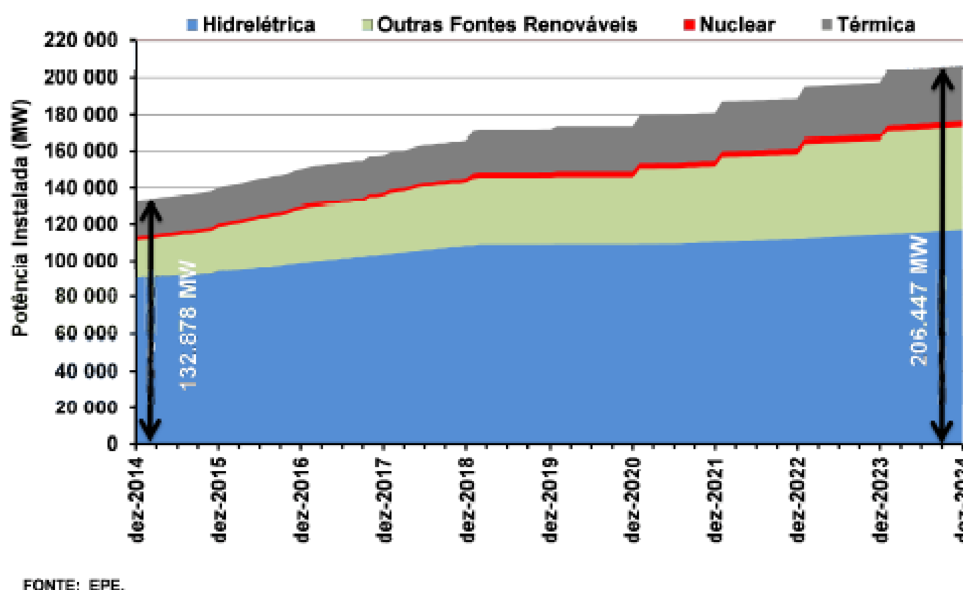
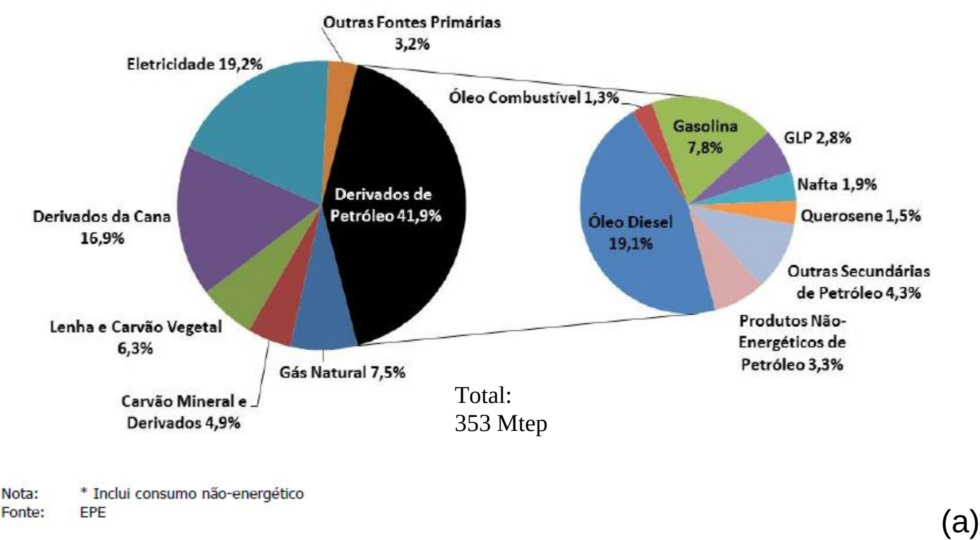


Figura 4 – Planejamento do setor elétrico de 2014-2024 (EPE, 2015).

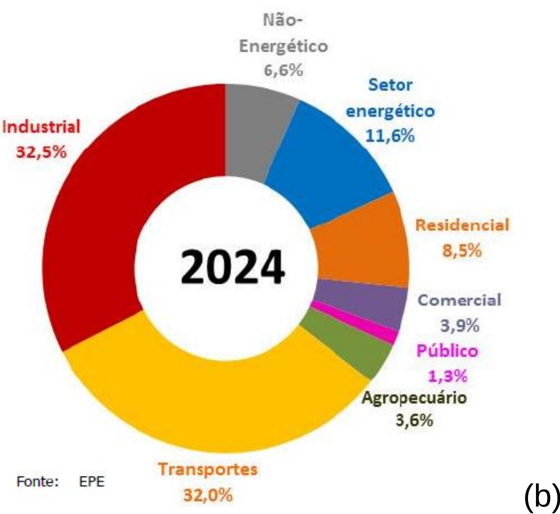
Ampliando-se o contexto de planejamento energético para além da eletricidade, incluindo também o setor de combustíveis, o PDE2024 prevê a configuração de fontes e consumo indicados na Figura 5. Em relação a matriz atual nota-se um aumento da eletricidade e também do petróleo e uma redução principalmente no gás natural, carvão mineral e lenha e derivados. A configuração de consumo se aproxima daquela relatada para 2015.

Na Figura 6 ilustram-se dois cenários energéticos para o mundo desenvolvidos considerando-se o horizonte de 2050 (WEC, 2013). Em um primeiro cenário seria mantido o viés de energia fóssil e em outro cenário com uma pegada renovável e de sustentabilidade maior. Evidentemente, para a concretização dos cenários indicados deve haver juntamente uma série de ações que devem ser implantadas de forma a concretizar os cenários. Muito provavelmente a realidade em 2050 será um pouco diferente dos cenários apresentados, mas eles de qualquer forma oferecem um balizamento em diversos aspectos quanto a implantação: disponibilidade de recursos naturais, preço da energia, disponibilidade tecnológica dentre outros. Eventualmente, a elaboração destes cenários pode indicar que a decisão sobre os sistemas energéticos futuros encontra-se além da decisão de

investimentos, necessitando desenvolvimentos de naturezas diversas aos sistemas energéticos (tecnologia, mão de obra, indústria, dentre outros).

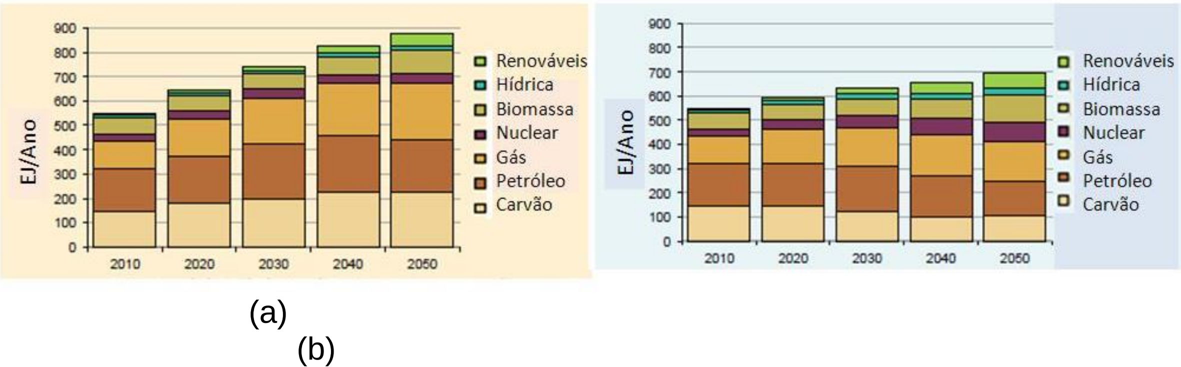


(a)



(b)

Figura 5 – Planejamento da matriz energética de 2024: (a) fontes e (b) consumo final.



(a)

(b)

Figura 6 – Cenários energéticos mundiais para 2015: (a) viés fóssil e (b) viés renovável (Adaptado de WEC, 2015).

O cenário normativo ou de planejamento, expresso nas Figuras 4 e 6, para os casos nacional e internacional respectivamente, partem de uma situação presente e vão em direção a um futuro, considerando premissas econômicas (crescimento do produto interno bruto) e de crescimento vegetativo da população (dentre outras premissas). Outra forma de desenvolvimento de cenários energéticos é representada pela forma prospectiva. Nela, busca-se olhar para um futuro, e construí-lo de maneira a se obter grandes benefícios para a sociedade, e após isto cria-se o caminho até o momento presente, produzindo então um roteiro que criará condições para um futuro alternativo. Um exemplo disso pode ser visto na Figura 7. Evidentemente as fontes não renováveis não se esgotaram até 2100, mas deixariam de serem utilizadas em função dos benefícios que o uso das fontes renováveis poderia promover. Então em função desta escolha, se busca as ações que possam efetivar esse cenário visionário.

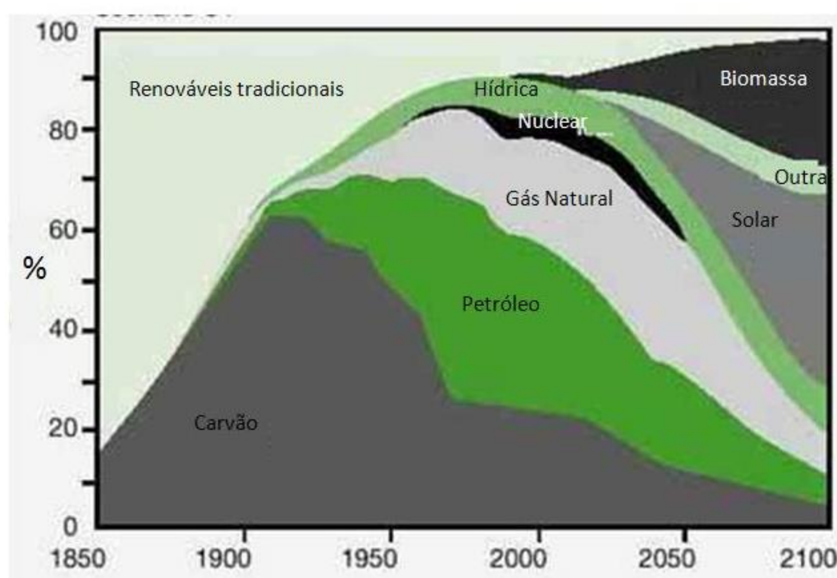


Figura 7 – Cenário prospectivo: um exemplo (Adaptado de WEA, 2000).

Captura e Sequestro de Carbono

As técnicas de captura e sequestro de carbono (CCS) são uma opção tecnológica de ser mitigar a questão do aquecimento global em função da emissão de gases de efeito estufa. Trata-se essencialmente de processos de separação das fontes emissoras de gases de efeito estufa, transporte e armazenamento em um local onde ocorra o isolamento destes gases da atmosfera em um longo prazo.

Outras opções de mitigação que não estão associadas a essa vertente tecnológica são: ações de eficiência e conservação de energia, utilização de combustíveis renováveis, elevação dos sorvedouros biológicos e também a redução de emissões decorrentes de gases que não sejam o dióxido de carbono. É possível observar que esse conjunto de ações é complementar uns aos outros. A aplicação generalizada de CCS dependeria de maturidade, custos, potencial técnico geral, difusão e transferência de tecnologia para o desenvolvimento países e sua capacidade para aplicar a tecnologia, regulamentação aspectos, questões ambientais e percepção pública. As Figuras 8-9 ilustram as possibilidades tecnológicas para implantação de CCS. Observa-se que do ponto de vista conceitual, as técnicas de CCS são relativamente simples, ou seja, tecnologicamente são técnicas possíveis e existentes. A grande questão quanto a essas técnicas é o custo de implantação destas tecnologias, se configurando na barreira real pela qual tais sistemas apesar de existentes são pouco implantados.

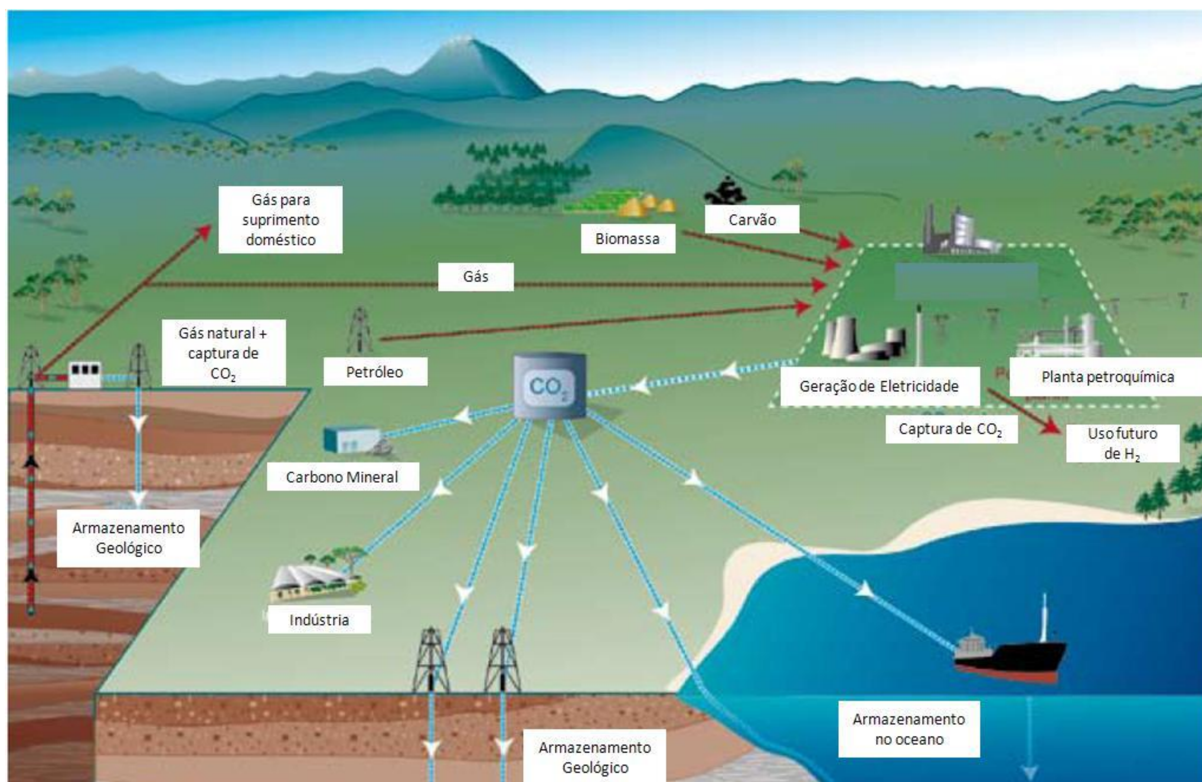


Figura 8 – Ilustração sobre as possibilidades tecnológicas para captura e sequestro de carbono (Adaptado de IPCC, 2005).

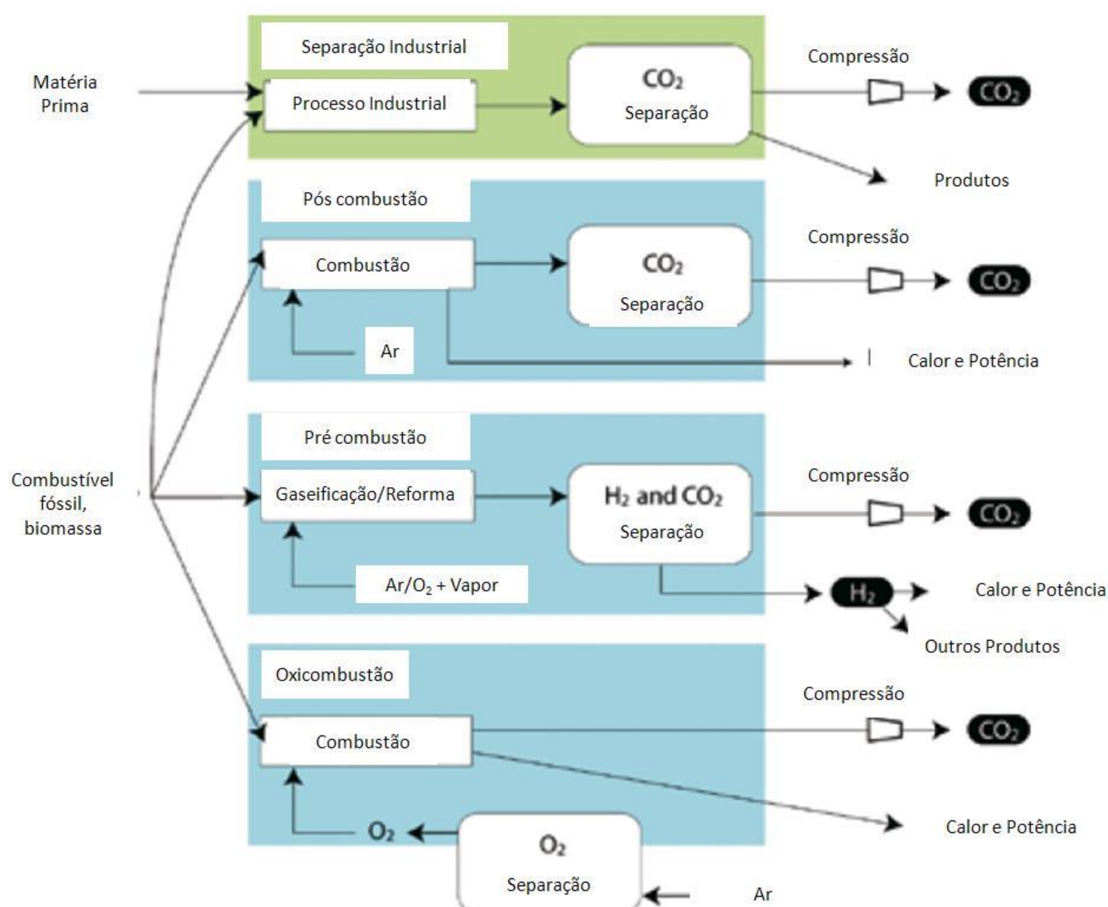


Figura 9 – Esquema para a captura e sequestro de carbono (Adaptado de IPCC, 2005).

Emissões de Gases de Efeito Estufa pelo Setor Energético

Se as técnicas para capturar carbono não são uma opção viável, outra possibilidade é a de implantação de sistemas com menores emissões. Entretanto, considerando-se a segunda lei da termodinâmica que indica a tendência para a degradação de energia dos sistemas no sentido da mínima energia global e para a maior desorganização dos sistemas, infere-se que todo e qualquer sistema real possui impactos em suas vizinhanças. Nesse sentido, pode-se afirmar que não existe um sistema com emissão zero ou impacto zero.

A Figura 10 mostra que as fontes renováveis emitem significativamente menos do que as fontes fósseis, ainda com possibilidade de captura de carbono (quando a emissão no ciclo de vida possui valor negativo). Contudo é importante observar que mesmo as fontes renováveis possui emissão em suas tecnologias. Isso decorre do fato de que durante o ciclo de vida do empreendimento, desde o projeto,

até a sua desmontagem faz-se uso de: combustível fóssil para transporte, cimento e aço para construções. Em se tratando de bioenergia, constituído essencialmente por plantações energéticas, pode-se observar a possibilidade de captura no ciclo de vida. Na Figura 11 observa-se a metodologia para Análise de Ciclo de Vida (ACV).

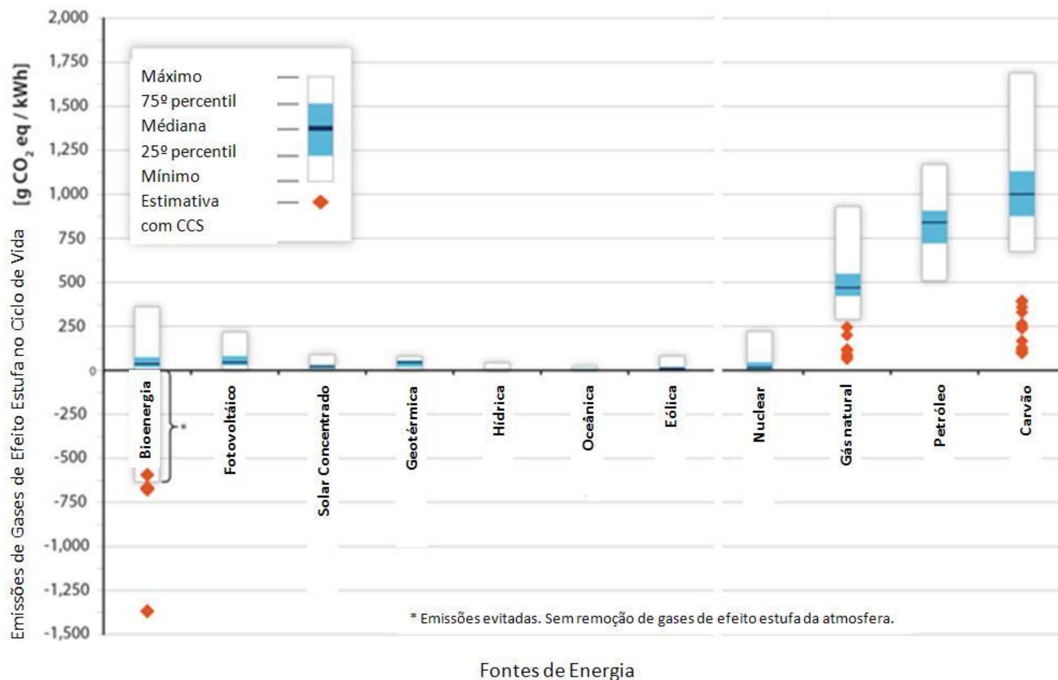


Figura 10 – Emissão de gases de efeito estufa nas tecnologias de energia Adaptado de NREL, 2016).

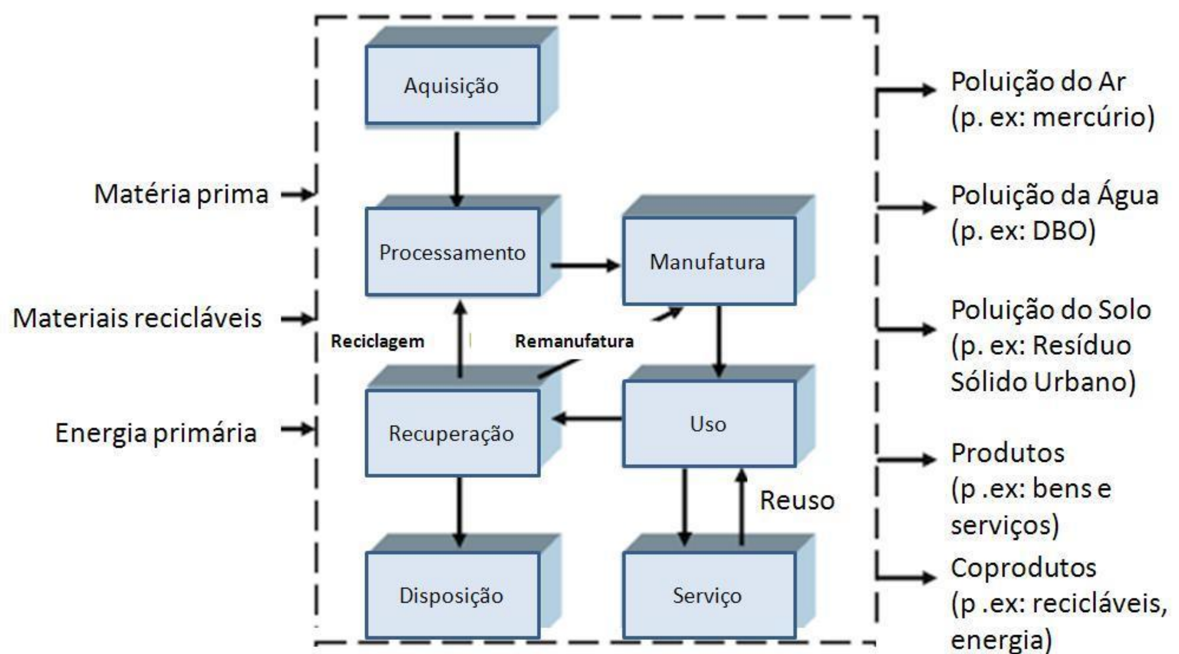


Figura 11 – Metodologia para ACV (Adaptado de AICHE, 2016).

Sobre as Tecnologias Energéticas

Foi apresentado nesse capítulo:

- A produção energética atual baseia-se em combustíveis fósseis;
- O planejamento energético para o futuro busca aumentar a participação das fontes renováveis, tanto do ponto de vista normativo quanto do ponto de vista tecnológico;
- Parte do problema associado a emissões de gases de efeito estufa, poderiam advir de técnicas de captura e sequestro de carbono, que embora disponíveis do ponto de vista tecnológico, possuem ainda um custo elevado;
- Pelo lado ambiental, então os esforços tem sido direcionados para as fontes renováveis de energia, que possuem em seu ciclo de utilização menores emissões.

De forma a se completar esse painel, observa-se então as tecnologias de produção e uso de energia elétrica. A CEMIG (2015) ofereceu um painel bastante interessante que é apresentado na Figura 12. Nela é possível verificar, desde as fontes primárias de energia, passando pelos processos de transformação até o uso final da energia. A sociedade não precisa de biomassa. Ela precisa de energia útil, em sua forma final: luz, calor, movimento.

Esse mapeamento indica um painel de tecnologias plenamente disponíveis no momento, juntamente com tecnologia ainda a serem consolidadas em horizontes de médio e longo prazos. Uma crítica que pode ser feita acerca deste mapa é de que ele carece de uma constante atualização, uma vez que o desenvolvimento científico e tecnológico podem alterar a configuração das rotas preferenciais para a produção de energia, com impactos nos recursos naturais e nas cadeia produtivas e industriais.

Por outro lado, essa visão indica o quão a questão energética pode se tornar complexa, se constituindo em um problema que não pode ser adequadamente trabalhado apenas considerando as disciplinas isoladas.

Algumas constatações do mapa são:

- As tecnologias associadas a fontes fósseis, hídrica e eólica encontram-se consolidadas;

- A fonte nuclear é bastante controversa e necessita de uma ampla discussão com a sociedade para seu desenvolvimento. Entretanto infere-se que trata-se de uma área com grandes oportunidades de desenvolvimento.
- A fonte geotérmica é geograficamente limitada;
- As formas de energia oceânica agregam complexidade em sua implantação;
- A cadeia de produção e uso de energia solar e da biomassa apresentam grandes oportunidades de desenvolvimento;
- O uso final de energia, ou as ações de eficiência energética também podem trazer resultados interessantes do ponto de vista de preservação de recursos naturais e de eficiência da fonte primária.

Completadas as informações associadas ao cenário energético, no capítulo 2 serão identificadas e discutidas as oportunidades da química nesse cenário, de forma a se criar uma metodologia de ensino em química que esteja associada a problemática a presentada de forma a fomentar e incentivar o desenvolvimento da disciplina química e também trazer uma ideia para linha de pesquisa e aplicações da química.

Figura – Mapeamento de tecnologias para produção de Energia (CEMIG, 2015).

SOBRE A CONTUIBUIÇÃO DA QUÍMICA PARA O CENÁRIO ENERGÉTICO

Este capítulo apresenta uma breve contextualização sobre a química (seção 2.1), o levantamento de aspectos didáticos e metodológicos no ensino da química (seção 2.2) as contribuições desta disciplina para o cenário energético, explorando o painel apresentado no Capítulo 1 (seção 2.3), trazendo também as estratégias para motivação e valorização da química como um instrumento não só desenvolvimento tecnológico como também de formação do cidadão.

Sobre a Química

A presença da química acompanha a história da humanidade. Desde o domínio do fogo, até as transformações características das Idades do Bronze (em torno de 3.000 a. C.) e do Ferro (a partir de 1.200 a.C.). O início das definições sobre química encontra-se associadas às reflexões dos gregos sobre o Cosmos e a existência. O Atomismo é vinculado a nomes como Leupócito de Mileto (500 a.C.) e Demócrito de Abdera (470/460 – 370/360 a.C.), segundo indica UNESP (2016).

Ao longo dos séculos, teorias foram criadas e modificadas de forma a explicar melhor o universo e o seu funcionamento, sendo que as condições para que de fato ocorresse uma revolução científica se deram no período da Revolução Industrial (a partir de 1760). Essas revoluções foram propiciadas por fatores como: o iluminismo (corrente de pensamento centrada no racionalismo e na ciência) que confrontou as limitações impostas pela religião e às necessidades da sociedade. A partir de então, as ciências experimentaram um vigoroso desenvolvimento, abrindo novas disciplinas e novas linhas de pesquisa. Assim aconteceu com a Química, cuja definição, de acordo com MEC (2006) é:

> “A Química estrutura-se como um conhecimento (...) que envolvem um tripé bastante específico, em seus três eixos

constitutivos fundamentais: as transformações químicas, os materiais e suas propriedades e os modelos explicativos."

Um painel atual sobre as áreas da Química é indicado na Figura 2.1 que também indica a evolução em relação ao início do século passado. A química encontra-se em meio a uma dupla complexidade: uma delas é dada pela necessidade de entendimento matemático e da realidade física. Outra complexidade ocorre em função dos desafios que a sociedade enfrenta, acarretando os desdobramentos desta disciplina em vários campos para melhor conhecimento e desenvolvimento. A Tabela 2.1 apresenta um exemplo para distribuição dos conteúdos de química no ensino médio.



Figura 2.1 – Áreas atuais da Química (Adaptado de Suslick (1997)).

Tabela 2.1 – Exemplo ilustrativo de distribuição do conteúdo de química para o ensino médio (MEC, 2016a).

1ª série	2ª série	3ª série
1. Reconhecimento e caracterização das transformações químicas 2. Primeiros modelos de constituição da matéria	3. Energia e transformação química 4. Aspectos dinâmicos das transformações químicas 6. Química e hidrosfera	8. Química e biosfera 5. Química e atmosfera 7. Química e litosfera

As competências e habilidades a serem desenvolvidas em Química, de acordo com MEC (2016) e na forma dos parâmetros curriculares nacionais (PCNs), são apresentadas a seguir:

- Representação e comunicação: descrever as transformações; compreender os códigos e símbolos próprios da Química atual; traduzir a linguagem discursiva em linguagem simbólica da Química e vice-versa; utilizar a representação simbólica das transformações químicas e reconhecer suas modificações ao longo do tempo; traduzir a linguagem discursiva em outras linguagens usadas em Química: gráficos, tabelas e relações matemáticas; identificar fontes de informação e formas de obter informações relevantes para o conhecimento da Química (livro, computador, jornais, manuais etc).
- Investigação e compreensão: compreender e utilizar conceitos químicos dentro de uma visão macroscópica (lógico-empírica); compreender os fatos químicos dentro de uma visão macroscópica (lógico-formal); compreender dados quantitativos, estimativa e medidas, compreender relações proporcionais presentes na Química (raciocínio proporcional); reconhecer tendências e relações a partir de dados experimentais ou outros (classificação, seriação e correspondência em Química); Selecionar e utilizar ideias e procedimentos científicos (leis, teorias, modelos) para a resolução de problemas qualitativos e quantitativos em Química, identificando e acompanhando as variáveis relevantes; reconhecer ou propor a investigação de um problema relacionado à Química, selecionando procedimentos experimentais pertinentes; desenvolver conexões hipotético-lógicas que possibilitem previsões acerca das transformações químicas.
- Contextualização sócio-cultural: reconhecer aspectos químicos relevantes na interação individual e coletiva do ser humano com o ambiente; reconhecer o

papel da Química no sistema produtivo, industrial e rural; reconhecer as relações entre o desenvolvimento científico e tecnológico da Química e aspectos sócio-político-culturais; reconhecer os limites éticos e morais que podem estar envolvidos no desenvolvimento da Química e da tecnologia.

Aspectos Metodológicos no Ensino da Química no Contexto Energético

Em uma sociedade cada vez mais dinâmica, a aprendizagem também precisa ser dinâmica. Não se pode desprezar as contribuições que a Didática possa oferecer em técnica e fundamentação teórica para a docência. Principalmente considerando-se uma disciplina complexa, como é a Química. Essa complexidade ocorre por vezes pela necessidade de aplicação de conceitos e fundamentos multidisciplinares, de matemática, abstrações e interpretação da realidade.

Os recursos didáticos devem contribuir para aulas mais atraentes, dinâmicas e instigantes e dependem da atuação e motivação do docente. O livro didático deve se constituir em um apoio a atuação didática, mas a prática docente deve buscar outras fontes, outros livros e outros recursos, apesar de ser no momento a principal ferramenta didática. O professor precisa de coerência, criticidade e competência na escolha do livro que será a ferramenta de planejamento e trabalho acadêmico (MACHADO, 2013).

Outros instrumentos importantes são: revistas, jornais, filmes, jogos, internet. O uso de quadro negro ainda é indispensável em muitos casos, mas exigem um domínio técnico do professor. Para qualquer recurso é importante que o professor conheça antecipadamente, se prepare e por fim execute a ação docente consciente de que o objetivo a ser alcançado é o despertar no aluno o gosto pela ciência e o seu desenvolvimento na interpretação do mundo real e dos fenômenos da natureza.

Frequentemente, a fixação de conceitos exige também leituras complementares (ALVES, 2012). Tais leituras podem ser indicadas em textos de jornais, revistas, periódicos científicos, ou mesmo utilizando-se de pesquisas na internet. Os trabalhos podem ser os mais variados, indo desde a simples leitura, passando pela análise e síntese do texto, construção de recortes, apresentação das percepções com debate em grupo. Esse tipo de

atividade pode se tornar ainda mais rica caso seja planejada e executada levando-se em consideração as possibilidades multidisciplinares, interdisciplinares e transdisciplinares. Indo na direção de uma visão integral do conhecimento na interpretação dos fenômenos.

Toda proposta na área educacional parte de uma base conceitual consolidada e que se mostrou útil e funcional, tanto para alunos como professores. Essa base é constituída pelos paradigmas educacionais, conservadores (tradicionais, escola novista e tecnicista) e inovadores (holístico, progressista e emergente). Cada um dos paradigmas é constituído por métodos, técnicas e estrutura de relações entre o professor e o aluno. O conhecimento dos paradigmas é importante para a construção da base teórica dos professores e que fundamentarão a sua prática.

A avaliação pode apresentar as funções de: diagnóstico, controle e classificação. Já quanto a formação pode ser: diagnóstica (conhecer previamente habilidades e conhecimentos), formativa (continua e processual de forma a se verificar o atingimento de metas e resultados esperados) e somativa (classificatória) (ROSENAU e FIALHO, 2013).

Para avaliação é necessário planejamento. Definir objetivos, estabelecer conteúdos e os comportamentos a serem avaliados. Somente assim será possível definir os critérios e as bases sobre as quais serão feitas as avaliações. Entre os diversos instrumentos para avaliação cita-se: prova objetiva, prova dissertativa, seminário, trabalho em grupo, debate, relatório individual, autoavaliação, observação, conselho de classe, portfólio, dentre outros. Cada instrumento exige a preparação constando de: definição, função, vantagens, atenção, planejamento, análise, instruções de utilização.

Inovar no ensino de química é uma tarefa do professor e que exige conhecimento, criatividade e iniciativa. E também precisa de uma reflexão critica por parte do professor sobre a sua atuação, de forma a se detectar fragilidades, erros, ou inadequações. Nesse sentido a didática (técnicas e métodos de ensino) se mostra essencial, pois instrumentará o professor com um largo repertório e muitas possibilidades para explorar o conhecimento e o ensino da química, aumentando assim a possibilidade e produzir uma aula atraente e motivadora para os alunos.

O entendimento do aluno pode ser facilitado pela aproximação entre a teoria e a prática. Entre o conhecimento da química e o cotidiano dos alunos. Isso atrairá a atenção dos alunos para a vinculação entre o conhecimento e a própria sobrevivência no mundo.

As avaliações pedagógicas acompanham as mudanças no mundo e exigem modificações no desempenho do professor. Um novo olhar para a educação decorre do conhecimento da ação crítica e reflexiva. Cada paradigma educacional acaba também por definir o seu modelo de avaliação. Quando se define uma estrutura de avaliação, defini-se também a ação docente e a dinâmica educacional.

As práticas mais comuns de avaliação em química ainda são vinculadas ao paradigma de educação tradicional e também ao paradigma tecnicista. Há uma dificuldade muito grande em se adotar modelos inovadores baseado nos paradigmas mais atuais.

Apesar dos bons cursos de licenciatura em química, quando se compara a formação em outros países, o Brasil encontra-se em desvantagem. Infelizmente, por questões materiais, e conceitos ideológicos, políticos e sociais, a formação do docente em química não acompanha os desenvolvimento e tendências mundiais. A química é uma disciplina baseada na experimentação e as condições materiais no Brasil não favorece essas atividades, levando que o ensino da química encontre-se basicamente na aplicação de conteúdos e em um modelo tradicional.

O Cenário Energético Sobre a Perspectiva da Química

A química ambiental, descrita nessa seção, tendo como referência Spiro e Stigliani (2009) se mostram essenciais para o trabalho da Química no Cenário Energético.

Os raios solares incidem sobre a terra, aquecendo-a. A determinação da temperatura de estado estacionário é resulta do balanço radioativo, sendo influenciada por diversos fatores (nuvens, partículas, ciclo do enxofre, que alteram o albedo e influencia na absorção da radiação solar). Entretanto, os cálculos dos modelos apresentam discrepâncias entre as temperaturas reais, e que podem ser explicadas pelo efeito estufa na atmosfera, aprisionando parte

do calor incidente. Apesar da imagem negativa que foi construída acerca do efeito estufa, esse fenômeno é que possibilita as condições para vida na Terra. O problema decorre da elevação de dióxido de carbono na atmosfera, devido a utilização de combustíveis fósseis, aprofundando o efeito estufa e elevando ainda mais a temperatura na atmosfera. A ampliação de uso de combustíveis fósseis, de forma a sustentar o crescimento econômico e social esbarra na questão no esgotamento dos recursos naturais.

Uma das formas de atenuar os impactos do uso de combustíveis é a substituição destes por fontes renováveis, de forma a atenuar a carga térmica da Terra. Por outro lado, a redução de combustíveis fósseis tem como efeito a redução também de enxofre na atmosfera, o que pode, ironicamente, elevar a temperatura. Sobre efeito estufa, apesar do intenso esforço para controlar emissões, deve-se estar consciente de que se trata de uma teoria (científica), que apesar de aceita, pode ser refutada e questionada, dada a complexidade dos fenômenos envolvidos. Um exemplo disso encontra-se relacionado com o balanço do carbono na biosfera, essencial para a previsão dos níveis de dióxido de carbono na atmosfera, e que se trata de um assunto cheio de incertezas (no caso da fixação de dióxido de carbono na forma de biomassa, pode não haver água, fósforo e nitrogênio para suportar o crescimento). Outra questão acerca do aquecimento global encontra-se associado a alterações climáticas, que por consequência alteram as condições edalfoclimáticas, resultando em perda de biomassa.

Mesmo diante de tantos estudos e evidências, os fenômenos climáticos e geológicos necessitam de milhares de anos de medição, para considerações mais definitivas, sendo que desta forma, é uma tarefa arriscada a previsão do futuro ou a determinação definitiva de causas. Trata-se de teorias ainda a serem validadas ou sujeitas a alterações na medida em que a ciência evolua.

Nesse cenário, de articulações e acordos, não se pode descartar também os interesses políticos e econômicos de países, entidades ou grupos. O fato é que o pacto global para a redução de emissões tem se fortalecido cada vez mais e direcionados esforços, tanto do ponto de vista econômico como na concretização de empreendimentos que contribuam para a redução de emissões de gases de efeito estufa.

A reatividade do oxigênio é um fator de controle químico da atmosfera, combinando com a maioria dos elementos para formar óxidos estáveis.

A camada de ozônio, no alto da atmosfera, atua como um filtro para os raios ultravioletas. Essa camada foi formada na medida em que a atmosfera ficou rica em oxigênio (devido ao surgimento das plantas). Embora seja instável, a sua decomposição é lenta. Contudo esse processo é afetado pelos gases CFC (cloro-fluor-carbono), presentes em sistemas de refrigeração e ar-condicionado. A produção destes gases objeto de acordo no protocolo de Monteal (1987), que limitava e propunha ações para a redução de uso destes gases.

Os gases de efeito estufa e os CFC's afetam o sistema climático atmosférico. Além deste, a poluição do ar, constituído substancias lançadas na atmosfera em escala local, regional e global, afetando diretamente as pessoas, plantas e animais. Dentre os principais poluentes do ar cita-se: monóxido de carbono (veneno asfixiante), dióxido de enxofre (provoca chuva ácida), substâncias orgânicas tóxicas (toxinas ambientais), materiais particulados (afetam o balanço radioativo e também causam problemas de saúde, principalmente nos pulmões), óxidos de nitrogênio e compostos orgânicos voláteis. Os quatro primeiros afetam as saúde das pessoas e os dois últimos estão associados com o *smog* fotoquímico (causa efeitos danosos devido a formação de ozônio e outras moléculas oxidantes).

O *smog* fotoquímico pode se formar sempre uma grande quantidade de gases automotivos e industriais é confinada por uma camada de inversão térmica em uma localidade e que seja exposta ao mesmo tempo ao sol.

Restringir a poluição atmosférica depende de: remover os poluentes antes deles se dispersarem na atmosfera e alterar as condições para reduzir os poluentes produzidos inicialmente. Mas o sucesso destas estratégias tem sido questionável.

A maior parte de poluição atmosférica urbana é produzida pelo setor de transportes pelo uso de combustíveis líquidos. Os desafios estão em desenvolver formulações que mantenham o desempenho dos motores, sua eficiência e reduzam a poluição.

Em resumo, o equilíbrio ambiental é bastante complexo, mas da sua dinâmica encontra-se dependente as condições de vida das pessoas e seres

vivos. Se por um lado, a ação humana tem causado impactos negativos, por outro muito se reflete e pesquisa no sentido de buscar o restabelecimento dos impactos para a manutenção da qualidade de vida.

Tecnologia, alternativas energéticas e sem dúvida o papel da ciência são importantes para que se consiga construir um futuro sustentável.

Tendo como referência esse contexto de química ambiental, apresentando anteriormente, fez-se a Tabela 2.2 que mapeia a relação entre a Química e as questões energéticas apontados no Capítulo anterior.

Tabela 2.2 – Relação entre a Química e as questões energéticas.

Questão Energética	**Conteúdo da química**	**Sugestão de atividade**
História da Energia	História da Química	Elaboração de seminários por grupo de alunos
Energia	Teorias da química que explicam a energia	Propor aos alunos o desenvolvimento de mapas conceituais que apresentem o histórico e a linha do tempo das teorias associadas a energia
Balanço energético	Energia e materiais	Propor uma pesquisa para os alunos sobre a origem da energia consumida e onde ela é consumida. Isso pode ser feito para cidades, estados, países, mundo e também para a escola ou a casa. A ideia é realizar um exercício de balanço energético.
Planejamento energético e cenários	Energia e transformações químicas	Propor que os alunos realizem uma pesquisa na internet e façam uma reflexão acerca do futuro da sociedade e da energia.
Eficiência energética	Eletricidade	Realizar experimentos em sala de aula, usando, por exemplo, o caso da energia elétrica e o uso de lâmpadas.

		Nesse caso é importante que a prática esteja baseada nos conceitos teóricos da eletricidade.
Captura e sequestro de carbono	Reações químicas e propriedades dos gases	Planejar algumas aulas, dentro dos conteúdos de reações químicas e estudos dos gases, que tenham como exemplos ilustrativos as reações que ocorrem no CCS.
Análise de ciclo de vida	Energia, transformações químicas e materiais.	Propor uma pesquisa das etapas para a construção de uma análise de ciclo de vida, e a construção de um exemplo ilustrativo aplicado na vida cotidiana dos alunos.
Resíduos	Energia, transformações químicas e materiais.	Dividir a turma em grupos e promover um debate, alternando os papeis, de forma que os alunos vivenciem a experiência de abordar um problema por diferentes pontos de vista.
Combustíveis fósseis	Química orgânica	Exposição teórica sobre química orgânica, que naturalmente conduz aos combustíveis fósseis e também a biomassa. Exemplificar as reações e processos.
Energia nuclear	Radiatividade	Aula expositiva sobre o assunto e propor aos alunos uma pesquisa sobre o tema e montagem de uma apresentação se posicionando sobre o assunto e que será feita por escolha no momento de dois alunos, produzindo posteriormente

		uma discussão a respeito.
Usinas termoelétricas e geotérmica	Calor e teorias associadas	Aula expositiva apresentando os conteúdos da química, direcionando os exemplos para a questão energética. Propor uma lista de exercícios de fixação.
Energia hídrica, oceânica e eólica	Energia cinética e potencial	Desenvolver um estudo dirigido abordando a pesquisa dos conceitos e a realização de exemplos conciliando as questões energéticas associadas e os conteúdos da química.
Tecnologias	Materiais	Exemplificar as linhas de pesquisa atuais: polímeros, nanotecnologia, materiais cerâmicos e desenvolvimento de novos materiais, que são áreas muito próximas dos desenvolvimento da química ou dependentes destes.

Apesar da falta generalizada de recursos, considerando-se principalmente as escolas públicas, os professores precisam ser criativos, lançando mão de ferramentas como: jogos (pode ser usado, por exemplo, para ilustrar os conceitos de equilíbrio químico, calcular constantes de equilíbrio), quebra-cabeça (por exemplo, ilustração de fórmulas e compostos, cátions e ânions, com isso pode-se trabalhar conteúdos de ácidos, bases, sais e óxidos), material interativo, audiovisual, dentre outros. Tais materiais podem ser simples, feitos pela necessidade, mas certamente contribuirão no auxílio educacional, na visualização de conceitos abstratos ou ajudarão na construção de modelos mentais. É possível encontrar uma infinidade de ideias para jogos e quebra-cabeças usando a internet. Mas também é possível, a partir dos jogos de que se tenha contato, criar variações, ou até mesmo criar novos jogos usando as ideias que aqueles que já estão prontos possam trazer. Além disso,

é possível ainda encontrar animações, vídeos, filmes e até mesmo aplicativos que ajudem a desenvolver e aprender os conceitos da química.

A seguir são levantadas algumas estratégias alternativas de envolvimento dos alunos de forma a motivá-lo para a descoberta e desenvolvimento dos conhecimentos associados a Química:

- Desenvolvimento conjunto durante as aulas de mapas mentais ou conceituais, de forma a resumir os conteúdos realizados durante a aula;
- A internet é repleta de bons materiais, com informações interessantes, fotos e esquemas que ajudam na fixação de conceitos. A pesquisa deve ser incentivada e possibilitada de forma a se agregar conhecimento. De fato, em um mundo onde as informações se tornam obsoletas com muita rapidez, a cultura da pesquisa acaba se tornando essencial pois na vida posterior a escola o aprendizado ocorre no dia-a-dia exigindo que as pessoas sejam um pouco autodidatas;
- O site da TV Escola possui documentários interessantes, como por exemplo, a série sobre a História da Eletricidade, composta por 3 parte de 1 hora cada. Outro exemplo são programas voltados especificamente para a História da Matemática. Este último programa aborda as questões físicas por trás dos desenvolvimentos dos conceitos matemáticos, ilustrando que as disciplinas foram constituídas e baseadas na resolução dos problemas da humanidade;
- Sites como, por exemplo, TED: *Ideas worth spreading* (https://www.**ted**.com/) contém muitas palestras que refletem sobre as questões energéticas, e algumas delas também associam às questões do desenvolvimento da química. Os vídeos contem tradução e geralmente possuem duração de 15-30 minutos;
- Sites de universidade e grupos de pesquisa contem informações bastante relevantes. Apesar de a linguagem ser para nível superior, grande parte deste pode instigar a curiosidade ou incentivar para pesquisas ou escolha profissional;
- Site das concessionárias de energia contém informações muito interessantes também sob o ponto de vista do desafios energéticos e da

sociedade. Um exemplo disso é a página de Alternativa Energéticas da Cemig, indicado na Figura 2.2.

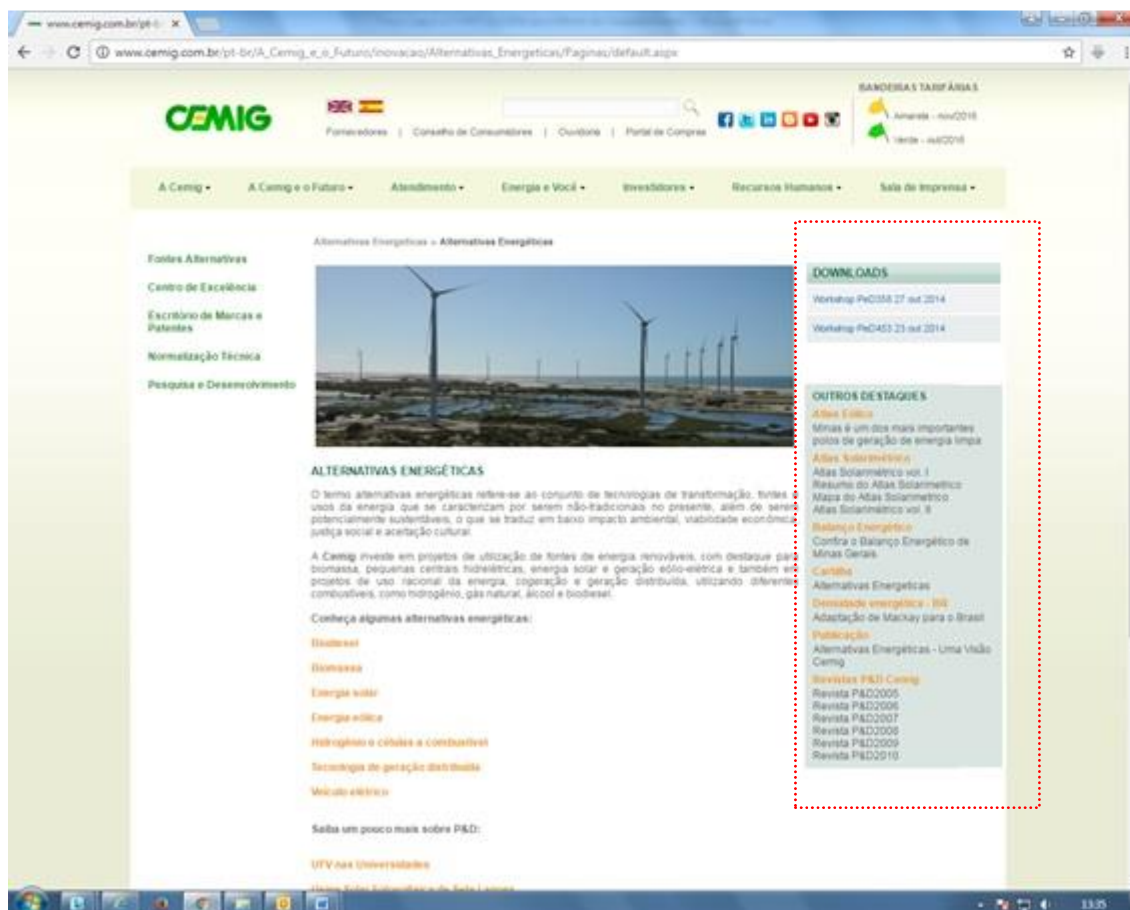


Figura 2.2 – Site de Alternativas Energéticas da Cemig.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta seção apresenta os resultados das conexões entre os objetivos propostos a partir de análises, destacando a relação entre os fatos e a teoria, explicitando a importância da pesquisa e sua contribuição para o meio acadêmico e social.

De maneira geral, o objetivo deste trabalho foi de mapear a presença da química como elemento de desenvolvimento das questões associadas ao cenário energético, explicitando a sua importância e fomentando o desenvolvimento de competências e habilidades em química.

Partiu-se de um contexto inicial voltado para os desafios da sociedade em termos energéticos, que tem como grande direcionador a redução de emissão dos gases de efeito estufa, dada pela identidade de Kaya e que indica que os principais pilares para tal ação se encontram em: captura e sequestro de carbono, alternativas energéticas e eficiência energética.

Foi levantando o cenário energético presente, onde foi possível verificar que o mundo tem como maior fonte energética os combustíveis fósseis, com tendência futura de continuar utilizando esses energéticos. Já no Brasil, a fração renovável é entre 4-5 vezes superior ao que o mundo utiliza. Observando-se a matriz elétrica, a tendência de crescimento futuro encontra-se associada a fontes renováveis (hídrica, eólica, solar e biomassa). Cenários prospectivos mantem no radar possibilidades de alterações significativas da matriz energética mundial na direção de uma exploração e uso sustentáveis da energia.

São muitas as opções de técnicas de captura e sequestro de carbono, que possuem nos conhecimentos da química o seu fundamento, e que tem aplicação limitada por razões econômicas. De qualquer forma, aplicações desta natureza precisam estar inseridas no ciclo de vida dos empreendimentos de maneira a se implantar configurações tecnológicas que explorem ao máximo os benefícios de sustentabilidade.

Quando se trata do aspecto da tecnologia e inovação, nota-se uma grande expectativa quanto a disponibilidade comercial de muitas tecnologias,

mas também pela possibilidade de novos desenvolvimentos. Nota-se nesse quadro ou na reflexão sobre ele a intensa presença da química, assim como a larga expectativa para desdobramentos futuros e contribuições das teorias químicas para o desenvolvimento das tecnologias aplicadas aos sistemas energéticos. Sendo aqui, finalizado o painel que compõe o cenário energético.

A partir daqui, foram indicadas as reflexões quanto ao ensino da química, tendo como motivador o cenário energético. Foram então levantadas e discutidas questões associadas aos aspectos metodológicos, didáticos e sugestões de atividades direcionadas para as teorias químicas levantadas na etapa anterior e também se buscou levantar alternativas e estratégias para motivar o aluno para o aprendizado da química.

Para que o ensino da química seja instigante, ele deve ser contextualizado tendo como ponto de partida a sua história e a relação do seu desenvolvimento com a solução dos problemas da humanidade. A ramificação e a complexidade com que a disciplina química se tornou é um reflexo também da complexidade da sociedade e seus problemas. Mas essa especialização leva a diferentes informações conhecimentos, possibilitando variadas habilidades e competências, indicando assim que há espaço para todos os que queiram participar dos desenvolvimentos da química.

Há também de se considerar que é muito importante para o docente estar atento e atualizado, não somente nos conhecimentos teóricos, quanto em didática e metodologia associada a disciplina. O docente também precisa acompanhar de perto os temas atuais, os parâmetros curriculares, o projeto político-pedagógico de sua instituição, as formas de avaliação, as tendências educacionais.

Por fim, baseado no contexto energético e nos conhecimentos levantados sobre a química e descritos no parágrafo anterior, foram então propostas atividades a serem desenvolvidas com os alunos de forma a instigá-los e incentivá-los para o conhecimento em química associado com as questões energéticas.

Pela síntese realizada, nota-se o atendimento a todas as questões propostas para essa pesquisa. Como relevância acadêmica pode-se ter o levantamento da discussão da associação entre a química e a energia, que é bastante complexa e que pode levar a inúmeras abordagens. Do ponto de vista

social, todo o esforço é válido no sentido em se incentivar e fortalecer o ensino da química. É uma disciplina complexa, naturalmente multidisciplinar e carente de motivação para que os alunos se sintam atraídos e explorem os seus conhecimentos. Disso depende o futuro da sociedade. Muitos profissionais, inclusive químicos, conscientes das questões ambientais, sociais, energéticas, éticas, e que saibam aplicar esse conhecimento para o bem comum.

REFERÊNCIAS

Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL. **Resolução Normativa Nº 687**. 2015.

AICHE**. Life Cycle Analysis Tools and Applications for Sustainability**. 2016.

ALVES, Silvane Rodrigues Leite. **HISTÓRIA E COTIDIANO NA FORMAÇÃO DO DOCENTE: DESAFIO DA PRÁTICA PEDAGÓGICA**. Ed. Intersaberes, 2012.

BARRETO, Alcyrus Vieira Pinto; HONORATO, Cezar de Freitas. **Manual de sobrevivência na selva acadêmica.** Rio de Janeiro: Objeto Direto, 1998.

bp global. **Primary energy - 2015 in review**. 2016.

Companhia Energética de Minas Gerais – CEMIG. **Alternativas Energéticas**. 2012.

Companhia Energética de Minas Gerais – CEMIG. **Informativo do Programa de Gestão Estratégica de Tecnologia Da Cemig.** Nº 11. 2015.

Empresa de Pesquisa Energética – EPE. **Balanço Energético Nacional: Relatório Síntese – Ano base 2015**. 2016

Empresa de Pesquisa Energética – EPE. **Plano Decenal de Expansão de Energia – PDE2024**. 2015.

Faculdades Integradas da Grande Fortaleza – FGF. **Metodologia da Pesquisa e da Produção Científica.** Brasília. 2010.

FILHO, Carlos Alberto Aragão de Carvalho. **Formação Científica para o Desenvolvimento**. In: WERTHEIN, Jorge e CUNHA, Célio da (Orgs.). Educação Científica e Desenvolvimento: o que pensam os cientistas. Instituto Sangari. Brasília. 2005.

FIRPO, Sérgio. **A qualidade do ensino médio no Brasil: o papel do Gestor**. 2016.

Fundação Estadual do Meio Ambiente - FEAM. **Estudo de vulnerabilidade regional às mudanças climáticas de Minas Gerais**. Belo Horizonte: FEAM, 2014.

Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC. **Carbon Dioxide Capture and Storage**. 2005.

International Polar Fundation – IPF. **Impacts of climate change on humans**. 2016.

MACHADO, Maria Luisa. **O ENSINO DE QUÍMICA E O COTIDIANO**, Ed. Intersaberes., 2013.

MAGELA, Geraldo. **Pegada Ecológica: nosso estilo de vida deixa marcas no planeta**. WWF-Brasil, Brasília, 2013.

MAIA, Eny Marisa. **Parâmetros Curriculares Nacionais:** Ensino Médio. 2016.

Ministério da Educação – MEC. **ORIENTAÇÕES CURRICULARES PARA O ENSINO MÉDIO Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. V. 2. Brasília. 2006

Ministério da Educação – MEC. **Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais - Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília. 2016a

Ministério da Educação – MEC. **Parâmetros Curriculares Nacionais Ensino Médio: Parte III - Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília. 2016

National Renewable Energy Laboratory - NREL. **Life Cycle Assessment Harmonization Results and Findings**. 2016.

ROSENAU, Luciano dos Santos & FIALHO, **Neusa Nogueira. Didática e Avaliação da Aprendizagem de Química**. Ed. Intersaberes., 2013.

Secretaria de Políticas e Programas de Pesquisa e Desenvolvimento – SEPED. **Estimativas anuais de emissões de gases de efeito estufa no Brasil**. 2013

Suslick, K. S. **CHYMISTES: THE DISTILLERS OF WATERS**. 1997.

UNESP. **Formação Docente**. São Paulo. 2016

World Energy Assessment – WEA. **Energy and the Challenge of Sustainability**. 2000.

World Energy Concil – WEC. **World Energy Scenarios: Composing energy futures to 2050**. 2013.